



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **314701**

(13) B1

(51) Int Cl⁷

E 21 B 43/12

Patentstyret

(21) Søknadsnr
(22) Inng. dag
(24) Løpedag
(41) Alm. tilgj.
(45) Meddelt dato

20011420
2001.03.20
2001.03.20
2002.09.23
2003.05.05

(86) Int. inng. dag og
søknadsnummer
(85) Videreforingsdag
(30) Prioritet

Ingen

(71) Patenthaver
(72) Oppfinner

Reslink AS, Postboks 204, 4339 Ålgård, NO
Arthur H Dybevik, 4307 Sandnes, NO
Ove Sigurd Christensen, 4041 Hafrsfjord, NO
Terje Moen, 4321 Sandnes, NO
Håmsø Patentbyrå ANS, 4302 Sandnes

(74) Fullmektig

(54) Benevnelse

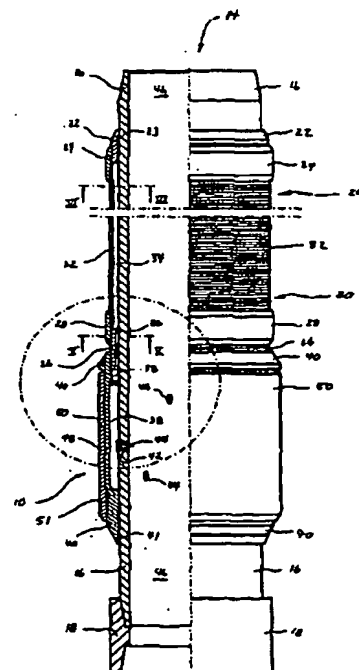
Strømningsstyreanordning for struping av innstrømmende fluider i en brønn

(56) Anførte publikasjoner

US 5435393, US 5803179, US 5906238, US 6112815

(57) Sammendrag

Strømningsarrangement (10, 12) for anvendelse i en brønn gjennom ett eller flere underjordiske reservoarer, og hvor arrangementet (10, 12) er innrettet til å trykkstupe radiaalt innstrømmende reservoarfluider som utvinnes gjennom et innstrømningsparti av brønnens produksjonsrør, idet produksjonsrøret i og langs dette innstrømningsparti kan være forsynt med ett eller flere arrangementer (10, 12). Et slikt arrangement (10, 12) er innrettet til å bevirke et forholdsmessig stabilt og forutsigbart fluidtrykkfall ved enhver stabil fluidgjennomstrømningsrate i løpet av brønnens utvinningsperiode, og hvor nevnte fluidtrykkfall i minst mulig grad skal kunne påvirkes av viskositetsforskjeller og/eller eventuelle viskositetsendringer i de innstrømmende reservoarfluider i løpet av utvinningsperioden. Et slikt fluidtrykkfall fremskaffes ved at arrangementet (10, 12) bl.a. kan omfatte én eller flere korte, løsbare og utskiftbare strømningsrestriksjoner, eksempelvis dyseinnsatser (44, 62), og hvor den enkeltvis strømningsrestriksjon kan innrettes med ønsket strømningsstverrsnitt hvorigjennom reservoarfluider kan strømme og trykkstrupes, eller strømningsrestriksjonen kan være en tetningsplugg.



STRØMNINGSSTYREANORDNING FOR STRUPING AV INNSTRØMMENDE
FLUIDER I EN BRØNN

Oppfinnelsens område

Den foreliggende oppfinnelse angår et strømningsstyre-
5 anordning for å trykkstrupe fluider som strømmer radially inn
i en brønn, fortrinnsvis en petroleumsbrønn, drensør under
utvinning av nevnte fluider fra ett eller flere underjordiske
reservoarer. Heretter benevnes nevnte drensør som et
produksjonsør.

10 Strømningsstyreanordningen anvendes fortrinnsvis i en hori-
sontal eller tilnærmet horisontal brønn, idet en slik brønn
heretter forenklet benevnes som en horisontalbrønn. Det er
særdeles fordelaktig å anvende slike strømningsstyreanord-
ninger i brønner med lang horisontal utstrekning. Oppfinnel-
15 sen kan derimot like gjerne anvendes i ikke-horisontale brøn-
ner.

Oppfinnelsens bakgrunn

Oppfinnelsen er utviklet for å hindre eller redusere en del problemer som kan oppstå i et hydrokarbonreservoar og dets horisontalbrønn(er) ved utvinningsrelaterte endringer i reservoarets fluider. Disse endringer fører bl.a. til fluktuerende produksjonsrater og ujevn drenering av reservoaret. Det er særlig problemer forbundet med endringer i reservoarfluidenes viskositet som denne oppfinnelse søker å avhjelpe.

På oppstrøms side av en horisontalbrønn er produksjonsrøret anbrakt i det horisontale eller tilnærmet horisontale parti av brønnen. Dette parti benevnes heretter forenklet som et horisontalparti. Under utvinningen strømmer reservoarfluidene radialt inn gjennom produksjonsrørets åpninger eller perforeringer. Produksjonsrøret kan også være forsynt med filtre eller såkalte sandskjermer som hindrer formasjonspartikler i å strømme inn i produksjonsrøret.

Når reservoarfluidene strømmer gjennom produksjonsrørets horisontalparti, påføres de et trykktap pga. strømningsfriksjon i røret. Friksjonstrykktapet er vanligvis ulineært og sterkt tiltagende i nedstrøms retning. Følgelig er trykkforløpet i produksjonsrørets fluidstrøm ulineært og sterkt avtagende i nedstrøms retning.

Ved utvinningens påbegynnelse vil imidlertid fluidtrykket i den utenforliggende reservoarbergart ofte være relativt homogent, og fluidtrykket endrer seg i liten grad langsetter brønnens horisontalparti. Differensialtrykket mellom fluidtrykket i reservoarbergarten og fluidtrykket i produksjonsrøret vil derved være ulineært og sterkt tiltagende i nedstrøms retning. Dette fører til at den radiale innstrømningsrate per

lengdeenhet av produksjonsrørets horisontalparti er vesentlig større på nedstrøms side (ved brønnens "hæl") enn på oppstrøms side (ved brønnens "tå") av horisontalpartiet. Nedstrøms reservoarsoner dreneres derved vesentlig raskere enn
 5 oppstrøms reservoarsoner, slik at reservoaret dreneres ujevnt.

Ved hydrokarbonutvinning, og spesielt ved utvinning av råolje, kan dette forhold også føre til at vann og/eller gass prematurt strømmer inn i nedstrøms posisjoner av horisontalpartiet og blander seg med det ønskede fluid i utvinningsstrømmen, såkalt koning av vann eller gass i brønnen. Dette
 10 gjelder særlig i brønner med stor horisontal brønnlengde, hvor horisontalpartiet kan være flere tusen meter langt, og hvor fluidenes friksjonstrykktap i horisontalpartiet er betydelig. Dette forhold fører til produksjonstekniske ulemper og
 15 problemer.

Ujevn utvinningsrate fra forskjellige soner av reservoaret fører også til fluidtrykkforskjeller mellom reservoarsonene. Dette kan føre til såkalt kryss- eller tverrstrømning av reservoarfluidene, hvor formasjonsfluidene bl.a. strømmer i og
 20 langs et ringrom mellom produksjonsrørets ytterside og brønnens hullvegg i stedet for å strømme gjennom produksjonsrøret.

Som følge av ovennevnte utvinningsrelaterte forhold og problemer, kan man anvende strømningsstyreanordninger til å
 25 trykkstrupe fluidinnstrømningen på en hensiktsmessig måte langsetter produksjonsrøret, og slik at reservoarfluidene får lik, eller tilnærmet lik, radial innstrømningsrate per lengdeenhet av brønnens horisontalparti.

Kjent teknikk

Patentpublikasjonene US 5.435.393 og US 6.112.815 omhandler strømningsstyreanordninger for trykkstruping av reservoarfluiders radiale innstrømningsrater i et produksjonsrør. Disse
5 strømningsstyreanordninger kan eventuelt fjernstyres og være innrettet for regulerbar nedihullsstruping av de innstrømmende reservoarfluider. Begge strømningsstyreanordninger er innrettet til å bevirke strømningsfriksjon, og dermed et fluidtrykk-
10 tap, i reservoarfluidene når disse strømmer gjennom den aktuelle strømningsstyreanordning.

US 5.435.393 beskriver et produksjonsrør bestående av flere rørseksjoner som hver for seg er forsynt med strømningsstyreanordninger bestående av minst én innstrømningskanal hvor-
15 igjennom reservoarfluidene strømmer før de strømmer inn i produksjonsrøret. I innstrømningskanalene utsettes fluidene for strømningsfriksjon og et resulterende fluidtrykk-
20 tap. En slik innstrømningskanal er anbrakt i en åpning eller et ringrom mellom produksjonsrørets ytterside og innside, eksempelvis i en fortykning eller hylse utenfor produksjonsrøret. I ett utførelseseksempel ledes reservoarfluidene først gjen-
25 nom et sandfilter og deretter gjennom en innstrømningskanal av nevnte type og videre inn i brønnens produksjonsrør. Ifølge US 5.435.393 kan slike innstrømningskanaler bestå av langsgående og tynne rør, borer eller spor hvor igjennom
30 fluidene kan strømme og utsettes for nevnte strømningsfriksjon og fluidtrykk-
tap. Fluidtrykk-
tapet i hver rørseksjon kan i stor grad styres ved å innrette hver rørseksjon med et hensiktsmessig antall rør, borer eller spor som har hensiktsmessig geometrisk utforming, eksempelvis hensiktsmessig
strømningstverrsnitt og/eller lengde.

US 6.112.815 beskriver også et produksjonsrør sammensatt av rørseksjoner som hver for seg er forsynt med strømningsstyreanordninger. Hver slik anordning er anbrakt i en åpning eller et ringrom på produksjonsrørets ytterside. Strømningsstyreanordningen består av en aksialt forskyvbar hylse som er til-

5 dannet med flere aksialt løpende og skrueformede spor i sin ytterflate. Hylsesporene er anbrakt i nevnte åpning eller ringrom og støter mot en ytre, stasjonær rørhylse. Hylsesporene i den forskyvbare hylse danner derved skrueformede inn-

10 strømningskanaler hvorigjennom formasjonsfluider kan strømme. Den forskyvbare hylse kan forskyves aksialt ved hjelp av en egnet aktuatoranordning, eksempelvis en fjernstyrt hydraulisk, elektrisk eller pneumatisk aktuator/motor. Derved kan nevnte spors/innstrømningskanalers lengde reguleres, eller de

15 kan avstenges helt. Også i denne strømningsstyreanordning utsettes reservoarfluidene for strømningsfriksjon, og derved et tilhørende fluidtrykktpap, når de strømmer gjennom anordningen. Utformingen av disse skrueformede spor bevirker en vesentlig større grad av turbulens i fluidstrømmen enn strømningsstyreanordningene ifølge US 5.435.393, hvorved fluid-

20 strømmens fluidtrykktpap øker vesentlig.

Ulemper med kjent teknikk

Ovennevnte, kjente strømningsstyreanordninger er beheftet med en rekke anvendelsesbegrensninger under de brønnforhold, eksempelvis trykk, temperatur og fluidsammensetning, som til

25 enhver tid foreligger i en produserende petroleumsbrønn, og som endrer seg i løpet av brønnens utvinningsperiode.

Fjernstyrte virkemidler som anvendes sammen med nevnte strømningsstyreanordninger, og som regulerer fluidinnstrømninger via disse, omfatter ofte finmekaniske og/eller elektroniske

30 komponenter. Komponentene kan bestå av fjernstyrte ventiler,

forskyvbare klaffer, plater eller stempler, aktuatorer og motorer. Slike tekniske løsninger er ofte dyre og kompliserte. Dessuten feiler nevnte virkemidler ofte, eller de fungerer utilfredsstillende nede i brønnen.

- 5 Ovennevnte strømningsstyreanordninger kan også være kompliserte å tilvirke og/eller å sammenstille i et rør. Anordningene ifølge US 5.435.393 krever bl.a. anvendelse av et omfattende og kostbart maskineringsutstyr for å kunne sammenstilles med et produksjonsrør. Anordningene ifølge US 6.112.815
 10 skal derimot være enklere å fremstille og sammenstille med et produksjonsrør, og trykkstrupingen i disse skal også være mer pålitelig enn i anordningene ifølge US 5.435.393.

- Disse strømningsstyreanordninger bevirker også et lite forutsigbart trykktap i fluidinnstrømmingene når deres viskositet
 15 varierer mye i løpet av utvinningsperioden. Som nevnt, er fluidtrykktapet i disse strømningsstyreanordninger basert på strømningsfriksjon i en innstrømningskanal, og trykktapet er bl.a. proporsjonalt med fluidets viskositet ved både laminær og turbulent strømning gjennom kanalen. Store fluktuasjoner i
 20 reservoarfluidenes viskositet fører derved til store fluktuasjoner i fluidtrykktapet, og derved i innstrømningsraten, ved strømning gjennom en slik strømningsstyreanordning. Brønnens produksjonsrate blir derved uforutsigbar og vanskelig å styre.

- Sistnevnte forhold har bl.a. sammenheng med at alle naturlig
 25 forekommende reservoarer, og spesielt hydrokarbonreservoar, er heterogene og fremviser tredimensjonale variasjoner i sine fysiske og/eller kjemiske egenskaper, deriblant angående deres porøsitet, permeabilitet, reservoartrykk og fluidsammensetning. Disse egenskaper og naturlige variasjoner endres un-
 30 der utvinningen av reservoarfluidene.

Spesielt ved utvinning av hydrokarboner endres de innstrømmende reservoarfluiders egenskaper gradvis, deriblant deres fluidtrykk og fluidsammensetning. Fluidene som utvinnes, kan derved bestå av både væske- og gassfaser, deriblant forskjellige væsketyper, eksempelvis vann og olje eller blandinger av disse. Pga. forskjeller i disse fluiders egenvekter, er fluidene vanligvis segregert i hydrokarbonreservoaret, som derved kan inneholde et øvre gassjikt (en gasskappe), et midtre oljesjikt, og et nedre vannsjikt (såkalt formasjonsvann). Ytterligere segregeringer basert på egenvektforskjeller kan også foreligge i de enkeltvise fluidfaser, og særlig i oljefasen. Slike forhold gir grunnlag for store variasjoner i de produserte fluiders viskositet.

Petroleumsutvinning fører også til forflytning av grensene mellom nevnte fluidsjikt i reservoaret. Ved store kapillareffekter i reservoarbergartens porer, kan fluidsjiktgrensene også foreligge som overgangssoner i reservoaret. Overgangssonene vil også forflytte seg i reservoaret under utvinningen. En slik overgangssone inneholder en blanding av fluid fra hver side av sonen, eksempelvis en blanding av olje og vann. Når overgangssonen forflyttes i reservoaret, endres også fluidenes innbyrdes mengdefordeling, eksempelvis olje/vann-forholdet, i de reservoarsoner eller -posisjoner som berøres av fluidbevegelsene. Forflytning av fluidsjiktgrenser eller fluidsjiktovergangssoner i reservoaret kan også føre til store variasjoner i de produserte fluiders viskositet.

Selv om reservoarfluidenes viskositet kan variere mye i løpet av utvinningsperioden, vil derimot de samme reservoarfluiders egenvektverdier vanligvis variere lite i utvinningsperioden. Dette gjelder særlig reservoarets væskefaser.

Som eksempel på dette, kan et oljereservoars formasjonsvann ha en viskositet på ca. 1 centipoise (cP), og dets råolje kan ha en viskositet på ca. 10 cP. En blanding av 50 volumprosent formasjonsvann og 50 volumprosent råolje kan derimot ha en viskositet på ca. 50 cp eller mer. Dette er vanligvis et resultat av at det dannes viskøse emulsjoner ved sammenblanding av olje og vann. Viskositeten i en slik olje/vann-blanding er ofte betydelig høyere enn viskositeten i blandingens enkeltvise væskekomponenter. Oljereservoarets formasjonsvann kan derimot ha en egenvekt på $1,03 \text{ (kg/dm}^3\text{)}$, og nevnte råolje kan ha en egenvekt i størrelsesorden $0,75\text{--}1,00 \text{ (kg/dm}^3\text{)}$. Blandingen av formasjonsvann og råolje vil derfor ha en egenvekt i størrelsesorden $0,75\text{--}1,03 \text{ (kg/dm}^3\text{)}$, hvilket avviker lite i forhold til egenvekten av blandingens enkeltvise væskekomponenter.

Formålet med oppfinnelsen

Oppfinnelsens primære formål er å tilveiebringe en strømningsstyreanordning som reduserer eller eliminerer ovennevnte ulemper og problemer med kjente strømningsstyreanordninger. Dette gjelder særlig de utvinningsrelaterte ulemper og problemer som oppstår ved utvinning av hydrokarboner via horisontalbrønner, og som bl.a. er forbundet med fluktuasjoner i innstrømmende reservoarfluiders viskositet under utvinningen.

Det er et ytterligere formål å tilveiebringe en strømningsstyreanordning som, selv om reservoarfluidenes viskositet varierer i løpet av brønnens utvinningsperiode, forårsaker et forholdsmessig stabilt og forutsigbart trykktap i de fluider som strømmer inn i brønnens produksjonsrør via strømningsstyreanordningen. Derved vil fluidenes innstrømningsrate gjennom denne også være forholdsmessig stabil og forutsigbar.

Hvordan formålet oppnås

Formålet med oppfinnelsen oppnås ved trekk som angitt i følgende beskrivelse og i etterfølgende patentkrav.

Ved å anbringe minst én strømningsstyreanordning av den foreliggende type langsetter produksjonsrørets innstrømningsparti, kan man foreta en avpasset trykkstruping av i det minste delstrømmer av de innstrømmende reservoarfluider. Derved kan reservoarfluider fra forskjellige reservoarsoner strømme inn i brønnen med lik, eller tilnærmet lik, radial innstrømningsrate per lengdeenhet av innstrømningspartiet, og selv om fluidenes viskositet endrer seg i utvinningsperioden. I bruksstilling er én eller flere posisjoner langs produksjonsrørets innstrømningsparti forsynt med en strømningsstyreanordning ifølge oppfinnelsen. Ved anvendelse av flere slike strømningsstyreanordninger, er hver strømningsstyreanordning anbrakt i hensiktsmessig avstand fra øvrige strømningsstyreanordninger i produksjonsrøret.

En slik strømningsstyreanordning omfatter en strømningskanal hvorigjennom reservoarfluider kan strømme. Strømningskanalen består av et ringformet hulrom som er tildannet mellom et utvendig hus og et basisrør og et innløp i oppstrøms ende av nevnte hulrom. Det utvendige hus er innrettet som en ugjennomstrømbar vegg, eksempelvis som en langsgående hylse med sirkulært tverrsnitt, mens nevnte basisrør utgjør en hovedbestanddel av en rørlengde i produksjonsrøret. I sin nedstrøms ende omfatter strømningskanalen minst én gjennomgående veggåpning i basisrøret. Strømningskanalen forbinder derved basisrørets innvendige løp med omgivende reservoarbergarter. Oppstrøms ende av strømningskanalen kan eventuelt være tilkoblet minst én gjennomgående åpen sandskjerm som forbinder strømningskanalen med reservoarbergartene, og som hindrer

formasjonspartikler i å strømme inn i produksjonsrøret. I strømningskanalen er det anordnet minst én gjennomgående kanalåpning som er forsynt med en strømningsrestriksjon. Strømningsrestriksjonen kan være anbrakt i nevnte veggåpning i basisrøret, eller den kan være anbrakt i en kanalåpning i et ringformet krageparti av det utvendige hus. Kragepartiet rager inn i hulrommet mellom huset og basisrøret.

Det særegne ved oppfinnelsen er at hver slik kanalåpning er forsynt med en strømningsrestriksjon valgt fra følgende typer strømningsrestriksjoner:

- en dyse;
- en blende i form av en slisse eller et hull; eller
- en tetningsplugg.

Ved fluidstrømning gjennom en dyse eller en blende, omsettes trykkenergi til hastighetsenergi. En dyse eller en blende er et konstruksjonselement som er utformet i den hensikt å unngå eller mest mulig redusere energitap i gjennomstrømmende fluider. Dysen eller blenden fungerer derved som et hastighetsøkningselement. Fluidene utløper derved med stor hastighet og kolliderer med fluider som strømmer saktere på nedstrøms side av hastighetsøkningselementet. Slike fortløpende fluidsammenstøt omsettes til et permanent energitap i form av varme. Dette energitap reduserer de strømmende fluiders trykkenergi, hvorved fluidene påføres et permanent trykktap som reduserer deres innstrømningsrate i produksjonsrøret. Energitapet oppstår derved nedstrøms av dysen eller blenden. I strømningsstyreanordningene ifølge US 5.435.393 og US 6.112.815, derimot, oppstår energitapet som strømningsfriksjon i kanaler i anordningene. Energitapet som forårsakes av den foreliggende strømningsstyreanordning, virker derved ifølge et annet reologisk prinsipp enn det strømningsprinsipp som anvendes i de

kjente strømningsstyreanordninger. Virkningene av de to rheologiske prinsipper i en strømningsstyreanordning kan derimot ha stor innflytelse på trykkstrupingen av den individuelle delstrøm som strømmer inn gjennom denne, og derved på brønnens produksjonsprofil under utvinningsperioden.

Energitalpet som oppstår ved fluidstrømning gjennom dyser og blender, påvirkes lite av endringer i fluidenes viskositet, mens det påvirkes bl.a. av endringer i fluidenes egenvekt. Dette forhold kan utnyttes med stor fordel i forbindelse med hydrokarbonutvinning, og særlig i forbindelse med utvinning av råolje og relaterte væsker. I petroleumsreservoarer er det, som nevnt, vanligvis reservoarfluidenes viskositetsverdier som endres mest under utvinningen, mens fluidenes egenvektverdier endres lite. Under slike forhold, vil den foreliggende strømningsstyreanordning kunne bevirke en forholds-

messig stabil og forutsigbar fluidinnstrømningsrate i løpet av brønnens utvinningsperiode. Dette skiller seg vesentlig fra ovennevnte, kjente strømningsstyreanordninger som, under tilsvarende reservoarforhold, vil bevirke en ustabil og uforutsigbar fluidinnstrømningsrate derigjennom.

Trykkstrupingen via strømningsstyreanordninger langs innstrømningspartiet må dessuten være tilpasset de rådende forhold ved den enkeltvise anordnings innstrømningsposisjon i reservoaret. Slike forhold omfatter bl.a. brønnens utvinningsrate, fluidtrykk og fluidsammensetning i og langs produksjonsrøret og i reservoarbergarten utenfor dette. Disse forhold omfatter også strømningsstyreanordningens relative posisjon i forhold til andre strømningsstyreanordningers posisjon langs produksjonsrøret, samt reservoarbergartens styrke, porøsitet og permeabilitet ved den aktuelle innstrømningsposisjon.

Det energitap som oppstår ved fluidkollisjon på nedstrøms side av strømningsrestriksjonen (dysen eller blenden), kan måles som en trykkforskjell i fluidets dynamiske trykk i strømningsrestriksjonen (posisjon 1) og i en strømningsposisjon umiddelbart nedstrøms av fluidets kollisjonssone (posisjon 2).

Fluidets dynamiske trykk 'p' utledet fra Bernoullis ligning er:

$$p = \frac{1}{2} (\rho \cdot v^2) \quad ; \text{ hvor}$$

10 'p' er fluidets egenvekt; og
'v' er fluidets strømningshastighet.

Nevnte energitap kan derved uttrykkes som forskjellen mellom fluidets dynamiske trykk i oppstrøms posisjon 1 og i nedstrøms posisjon 2. Fluidtrykktapet ' Δp_{1-2} ' uttrykkes derved
15 på følgende måte:

$$\Delta p_{1-2} = \frac{1}{2} \rho \cdot (v_1^2 - v_2^2) \quad ; \text{ hvor}$$

'p' er fluidets egenvekt;

'v₁' er fluidets strømningshastighet i posisjon 1; og

'v₂' er fluidets strømningshastighet i posisjon 2.

20 Derav følger at fluidets dynamiske trykktap ' Δp_{1-2} ' påvirkes av endringer i fluidets egenvekt og/eller av endringer i fluidets strømningshastighet. Som nevnt, endres reservoarfluidenes egenvektverdier lite under utvinningen og innvirker derved lite på fluidenes energitap som forårsakes av den foreliggende strømningsstyreanordning. Derved påvirkes ' Δp_{1-2} ' i
25 hovedsak av endringer i fluidets hastighet ved strømning gjennom nevnte strømningsrestriksjon. Fluidets strømningshas-

tighet i dysen eller blenden kan derimot styres ved bl.a. å velge et hensiktsmessig strømningsstyreanordning i denne. Dette strømningsstyreanordning kan eventuelt fordeles over flere slike restriksjoner i strømningsstyreanordningen, og det samlede
 5 strømningsstyreanordning i anordningen kan være likt eller ulikt fordelt på strømningsrestriksjonene i anordningen.

Ved anvendelse av flere strømningsstyreanordninger langs innstrømningspartiet, kan hver anordning være innrettet med et samlet strømningsstyreanordning som er individuelt tilpasset, og
 10 som forårsaker det ønskede energitap, og derved den ønskede innstrømningsrate, i den delstrøm som strømmer inn via strømningsstyreanordningen. Derved kan man også hensiktsmessig tilpasse og redusere det differensialtrykk som driver fluidene inn i produksjonsrøret fra den omgivende reservoarbergart.
 15 Dette er spesielt nyttig i horisontalbrønner, hvor nevnte differensialtrykk vanligvis er sterkt tiltagende i nedstrøms retning av innstrømningspartiet, og hvor behovet for å trykkstrupe reservoarfluidenes innstrømningsrate tiltar sterkt i nedstrøms retning av innstrømningspartiet. Under slike forhold, kan man derfor forsyne nedstrøms partier av produksjonsrøret med et hensiktsmessig antall strømningsstyreanordninger av foreliggende type, idet hver anordning i bruksstillingen er anbrakt i en hensiktsmessig posisjon langs innstrømningspartiet og bevirker en tilpasset trykkstrupning av
 20 fluidene. I oppstrøms partier av produksjonsrøret kan reservoarfluider derimot strømme direkte inn i produksjonsrøret gjennom åpninger eller perforeringer i dette, eventuelt via én eller flere oppstrøms beliggende sandskjermer.

Dessuten kan enkeltvis eller gruppevis strømningsstyreanordninger være tilknyttet forskjellige produksjonssoner av
 30 det/de reservoarer som brønnen penetrerer. I produksjonsøy-

med kan de forskjellige produksjonssoner være atskilt hverandre ved hjelp av trykk- og strømningsisolerende pakninger av kjent type.

Før en brønn kompletteres innhenter man ofte ytterligere informasjoner angående reservoarbergartenes produksjonsegenskaper og reservoarfluidenes sammensetning, trykk, temperatur og lignende. Dessuten er man i besittelse av opplysninger angående ønsket utvinningsrate og utvinningsmetode(r), reservoarheterogenitet, lengde på brønnens innstrømningsparti, beregnet strømningsstrykktap i produksjonsrøret etc. På grunnlag av slike opplysninger kan man anslå, både fysisk og tidsmessig, et sannsynlig strømnings- og trykkforløp (strømnings- og trykkprofil) for de innstrømmende reservoarfluider. Derved kan man også anslå og bestemme det konkrete behov for strømningsstyreanordninger i den aktuelle brønn. Dette omfatter bl.a. bestemmelse av antall, relativ plassering og plasseringstetthet, samt individuell utforming av strømningsstyreanordningene. Slike beslutninger og individuelle tilpasninger må ofte tas innenfor en meget kort tidsfrist. For på kort tid å kunne tilpasse produksjonsrørets innstrømningsparti med en egnet trykkstrupingsprofil, må man derimot ha tilgjengelig enkle, effektive og fleksible virkemidler til å utføre dette på. Dette tilpasningsarbeide bør fortrinnsvis kunne utføres umiddelbart før produksjonsrøret installeres i brønnen. Tilpasningsarbeidet forutsetter at hver strømningsstyreanordning i produksjonsrøret hurtig og lett kan innrettes med en trykkstrupingsgrad som er tilpasset en bestemt utvinningsrate samt de brønnforhold som råder i hver anordnings tiltenkte posisjon i brønnen.

Dette problem kan løses ved at den minst ene strømningsrestriksjon i strømningsstyreanordningen er utformet som en løs-

bar, og derved utskiftbar, innsats. Innsatsen, som kan være en dyse, en blende eller en tetningsplugg, anbringes i nevnte gjennomgående åpning i anordningens strømningskanal, idet åpningen heretter benevnes som en innsatsåpning. Innsatsen og
 5 den tilhørende innsatsåpning er komplementært utformet. En innsatsåpning kan bestå av en boring eller utstansing gjennom nevnte basisrør eller gjennom nevnte ringformede krageparti i anordningens strømningskanal. Dessuten kan innsatsen eksempelvis, men ikke nødvendigvis, ha et utvendig sirkulært
 10 tverrsnitt. Kragepartiet kan bestå av en sirkulær stålring eller stålkrage som er anbrakt i anordningens utvendige hus. Innsatsen kan festes løsbart i sin innsatsåpning ved hjelp av kjente festeanordninger og festemåter, eksempelvis ved hjelp av gjengeforbindelser, festeringer, deriblant seegerringer,
 15 festeplater, låsehylser eller låseskruer.

En strømningskanal som er forsynt med mer enn én innsatsåpning, kan også forsynes med innsatser som er innrettet med forskjellige typer strømningsrestriksjoner av nevnte typer. Strømningskanalen kan derved forsynes med en hvilken som
 20 helst kombinasjon av dyser, blender og tetningsplugg. Dessuten kan dyser og/eller blender i strømningskanalen være innrettet med forskjellig innvendig strømingstverrsnitt. Derved kan f.eks. dyser i strømningskanalen ha forskjellig innvendig dysediameter, hvor dysenes individuelle strømingstverrsnitt
 25 til sammen utgjør strømningsstyreanordningens strømnings-tverrsnitt, og hvor det samlede strømingstverrsnitt forårsaker det ønskede fluidtrykk-tap i anordningen. Tetningsplugg kan dessuten anvendes til å tette innsatsåpninger hvorigjennom man ikke ønsker fluidstrømning. Basert på det samlede
 30 strømingstverrsnitt, kan derved hver strømningsstyreanordning i produksjonsrøret innrettes med en individuelt tilpasset trykkstrupingsgrad, slik at reservoarfluidene får lik,

eller tilnærmet lik, radial innstrømningsrate per lengdeenhet av brønnens innstrømningsparti.

En strømningsstyreanordning hvis dyseinnsatser er anbrakt i gjennomgående åpninger i produksjonsrørets rørvegg, kan også
5 være forsynt med ett eller flere dysepar. Dyseinnsatser i et dysepar bør fortrinnsvis være anbrakt diametrisk motstående hverandre i rørveggen, slik at deres utløpende fluidstråler ledes mot hverandre og kolliderer i produksjonsrørets innvendige løp. Dette forhindrer eller reduserer erosjon av produksjonsrørets innvendige flate.
10

Ved anvendelse av flere løsbare og utskiftbare innsatser i en strømningsstyreanordning, bør både innsatsene og innsatsåpningene være av ens størrelse og form, eksempelvis innsatser og tilhørende borer av ens diameter. Ved anvendelse av
15 flere strømningsstyreanordninger i produksjonsrøret, bør samtlige innsatser og innsatsåpninger i produksjonsrøret være av ens størrelse og form.

Innsatsåpninger i en slik strømningsstyreanordning bør dessuten være lett tilgjengelige, slik at man hurtig og lett kan
20 anbringe, eventuelt skifte ut, innsatser i innsatsåpningene. Ifølge oppfinnelsen kan denne tilgjengelighet oppnås ved at strømningsstyreanordningens utvendige hus er innrettet på en slik måte at det skapes midlertidig adkomst til nevnte innsatsåpninger. Eksempelvis kan det utvendige hus være innrettet med minst én gjennomgående adkomstsåpning, eksempelvis en
25 boring, som er anbrakt umiddelbart utenforliggende en korresponderende innsatsåpning i basisrørets vegg. Til dette formål kan huset være omsluttet av en løsbar dekkhylse eller dekkplate som tildekker den minst ene adkomstsåpning, og som hurtig og lett kan fjernes fra huset. Derved kan den minst ene
30

innsatsåpning lett avdekkes for midlertidig adkomst til den-
ne. Når innsatsåpningen(e) er anbrakt i nevnte ringformede
krageparti av det utvendige hus, kan huset omfatte et ring-
romshus som løsbart omslutter kragepartiet. Ved å fjerne
5 ringromshuset fra kragepartiet, skapes midlertidig adkomst
til kragepartiets innsatsåpning(er). Derved kan en innsats
hurtig og lett anbringes eller skiftes ut i en innsatsåpning
i kragepartiet.

Ved å anvende slike løsbare og utskiftbare innsatser, kan
10 produksjonsrøret optimalt tilpasses de aktuelle brønn- og re-
servoaropplysninger som foreligger umiddelbart før dets inn-
kjøring i brønnen. I denne forbindelse kan man forsyne én el-
ler flere innsatsåpninger i en strømningsstyreanordning med
en tetningsplugg som hindrer fluidgjennomstrømning. Dette har
15 sammenheng med at det før innkjøring av produksjonsrøret, og
før nevnte brønn- og reservoaropplysninger er tilgjengelige,
kan være vanskelig å fastslå det eksakte antall, relative po-
sisjon og individuelle utforming av produksjonsrørets strøm-
ningsstyreanordninger. Det kan derfor være hensiktsmessig og
20 tidsbesparende å innrette et visst antall individuelle rør-
lengder av produksjonsrøret med strømningsstyreanordninger av
en standardisert utforming, og med et bestemt antall tomme
innsatsåpninger av standardisert størrelse. Etter at oppda-
terte brønn- og reservoaropplysninger er tilgjengelige, kan
25 hver strømningsstyreanordning i produksjonsrøret innrettes
med individuelt tilpasset trykkstrupingsgrad. Hver anordning
forsynes med strømningsrestriksjoner som er valgt fra oven-
nevnte typer restriksjoner, og som er valgt i ønsket antall,
størrelse og/eller kombinasjon av disse. For eksempel, dersom
30 man ønsker å stanse innstrømning gjennom en slik standardi-
sert strømningsstyreanordning, kan samtlige innsatsåpninger i
denne forsynes med tetningsplugg.

Kort omtale av tegningsfigurene

Etterfølgende del av beskrivelsen viser to ikke-begrensende utførelseseksempel med tilhørende figurer av en strømningsstyreanordning ifølge oppfinnelsen. Ett bestemt henvisnings-
5 tall refererer seg til samme detalj i alle figurer hvor detaljen er angitt, hvor:

Fig. 1 viser et delsnitt gjennom en rørlengde av et produksjonsrør, hvor rørlengden er forsynt med en strømningsstyreanordning som bl.a. omfatter dyseinnsatser anbrakt i radiale innsatsboringer i rørets vegg, idet figuren også viser
10 snittlinjer V-V og VI-VI;

Fig. 2 viser et forstørret utsnitt av detaljer ved strømningsstyreanordningen ifølge Fig. 1, idet Fig. 2 også viser snittlinje V-V;

15 Fig. 3 viser også et delsnitt gjennom en rørlengde som er forsynt med en strømningsstyreanordning som derimot omfatter dyseinnsatser anbrakt i aksiale innsatsboringer i et krageparti i et rørformet hus omkring rørlengden, idet figuren også viser snittlinjer V-V og VI-VI;

20 Fig. 4 viser et forstørret sirkelutsnitt av detaljer ved strømningsstyreanordningen ifølge Fig. 3, idet Fig. 4 også viser snittlinje V-V;

Fig. 5 viser et radiale delsnitt langs snittlinjen V-V ifølge Fig. 1 og Fig. 3, hvor delsnittet viser en forbindelseshylse
25 mellom strømningsstyreanordningen og en sandskjerm, idet Fig. 5 også viser snittlinje I-I; og hvor

Fig. 6 viser et delsnitt langs snittlinjen VI-VI ifølge Fig. 1 og Fig. 3, hvor delsnittet viser detaljer ved nevnte sandskjerm, idet snittlinjen I-I også er vist i denne figur.

Beskrivelse av to utførelseseksempler av oppfinnelsen

- 5 Fig. 1 og Fig. 2 viser et første utførelseseksempel av en strømningsstyreanordning 10 ifølge oppfinnelsen, mens Fig. 3 og Fig. 4 viser et andre utførelseseksempel av en strømningsstyreanordning 12 ifølge oppfinnelsen. Fig. 5 og Fig. 6 viser konstruktive trekk som er felles for begge utførelsesformer.
- 10 Begge strømningsstyreanordninger 10, 12 er tilordnet en rørlengde 14 som er sammenkoplet med andre, ikke viste rørlengder 14 som til sammen utgjør et produksjonsrør i en brønn. Rørlengden 14 består av et basisrør 16 som er gjenget i hver ende og kan sammenkoples med andre rørlengder 14 via en rørkopling 18. I disse utførelseseksempler er basisrøret 16 for-
- 15 synt med en sandskjerm 20 beliggende oppstrøms av strømningsstyreanordningen 10, 12. I sitt ene endeparti er sandskjermen 20 festet til basisrøret 16 ved hjelp av en indre endehylse 22, idet denne er forsynt med en innvendig pakningsring 23, og ved hjelp av en omsluttende og ytre endehylse 24. I det
- 20 andre endeparti, ved strømningsstyreanordningen 10, 12, er sandskjermen 20 og en forbindelseshylse 26 fast forbundet med hverandre ved hjelp av en ytre endehylse 28. Sandskjermen 20 er forsynt med flere avstandslistene 30 som er festet med inn-
- 25 byrdes ekvidistant vinkelavstand omkring basisrøret 16, og som løper i røret 16 sin aksiale retning, jf. Fig. 6. Utenpå avstandslistene 30 er det viklet på sammenhengende og tett-sittende trådviklinger 32, slik at reservoarfluider kan strømme inn gjennom små spalteåpninger mellom trådviklingene
- 30 32. Mellom trådviklingene 32 og røret 16 og avstandslistene 30 foreligger det derved flere aksiale strømningskanaler 34

hvoriggjennom reservoarfluidene kan strømme frem til og gjennom forbindelseshylsen 26. Også forbindelseshylsen 26 er utformet med aksiale, men halvsirkelformede, strømningskanaler 36 som er fordelt ekvidistant omkring forbindelseshylsen 26, jf. Fig. 5. Gjennom disse kanaler 36 kan fluidene strømme videre inn i strømningsstyreanordningen 10, 12. Det påpekes for øvrig at hver enkelt aksial strømningskanal 34, 36 er utformet med et relativt stort strømningsstverrsnitt, slik at strømningsfriksjonen og fluidtrykketapet gjennom disse blir minimalt i forhold til det nedstrøms energitap som bevirkes av strømningsrestriksjoner i strømningsstyreanordningen 10, 12.

I det første utførelseseksempel av oppfinnelsen, jf. Fig. 1 og Fig. 2, strømmer reservoarfluidene videre inn i et ringrom 38 i strømningsstyreanordningen 10. Ringrommet 38 består av det hulrom som fremstår mellom basisrøret 16 og et omgivende og rørformet hus 40 med sirkulært tverrsnitt. Huset 40 sitt oppstrøms endeparti omslutter forbindelseshylsen 26. Huset 40 sitt nedstrøms endeparti omslutter røret 16 og er forsynt med en innvendig pakningsring 41. Et parti av røret 16 som er i direkte kontakt med ringrommet 38, er forsynt med flere gjennomgående og gjengete innsatsboringer 42 av ens borningsdiameter. Et tilsvarende antall utvendig gjengete og gjennomgående åpne dyseinnsatser 44 er løsbart anbrakt i innsatsboringene 42. Samtlige dyseinnsatser 44 kan ha lik innvendig dysediameter, eller de kan ha forskjellige dysediametre. Alle fluider som strømmer inn gjennom sandskjermen 20, vil ledes frem til og gjennom dyseinnsatsene 44, hvorefter fluidene utsettes for et energitap og et tilhørende trykketap. Deretter strømmer fluidene inn i basisrøret 16 og videre i dets innvendige løp 46. Dersom man ikke ønsker fluidstrømning gjennom én eller flere innsatsboringer 42 i strømningsstyreanordningen 10, kan

den/de aktuelle innsatsboringer 42 forsynes med en ikke vist, gjenget tetningsplugginnsats. For hurtig å kunne anbringe eller skifte ut dyseinnsatser 44 og/eller tetningsplugginnsatser i nevnte innsatsboringer 42, er huset 40 forsynt med

5 gjennomgående adkomstboringer 48 korresponderende i antall og posisjon med innsatsboringene 42. Gjennom adkomstboringene 48, og ved hjelp av et egnet verktøy, kan man sette inn eller ta ut dyseinnsatser 44 og/eller tetningsplugginnsatser. I dette utførelseseksempel er adkomstboringene 48 vist forse-

10 let fra sine ytre omgivelser ved hjelp av en dekkhylse 50 som er anbrakt løsbart, og fortrinnsvis trykktettende, utenpå det rørformede hus 40 ved hjelp av en gjengeforbindelse 51. Deretter kan rørlengden 14 sammenkoples med andre rør 14 til et produksjonsrør.

15 I det andre utførelseseksempel av oppfinnelsen, jf. Fig. 3 og Fig. 4, strømmer reservoarfluidene fra nevnte forbindelseshylse 26 og nedstrøms videre inn i et første ringrom 52 i strømningsstyreanordningen 12. Ringrommet 52 består av det hulrom som fremstår mellom basisrøret 16 og et omgivende og

20 rørformet hus 54 med sirkulært tverrsnitt, idet ringrommet 52 er en integrert del av huset 54. Huset 54 sitt oppstrøms endeparti omslutter forbindelseshylsen 26. Huset 54 sitt nedstrøms endeparti er utformet som et ringformet krageparti 56 som omslutter røret 16, og som rager inn i nevnte hulrom,

25 idet kragepartiet 56 i dette utførelseseksempel er forsynt med en innvendig pakningsring 58. Langs sin omkrets er kragepartiet 56 dessuten forsynt med flere aksialt gjennomgående og gjengete innsatsboringer 60 av ens boringsdiameter. Et

30 tilsvarende antall gjengete og gjennomgående åpne dyseinnsatser 62 er løsbart anbrakt i innsatsboringene 60. I likhet med strømningsstyreanordningen 10, kan man anbringe dyseinnsatser 62 av forskjellig innvendig dysediameter i innsatsboringene

60. En eller flere innsatsboringer 60 kan også forsynes med hver sin ikke viste og gjengete tetningsplugginnsats. Innvendig er kragepartiet 56 forsynt med forlengelsesboringer 64 som forbinder innsatsboringene 60 med ringrommet 52. Umiddelbart utenfor innsatsboringene 60 er kragepartiet 56 dessuten utformet med et ytre omkretsparti 66 som er forsenket i forhold til den resterende del av kragepartiet 56 sin omkretsflate. Et oppstrøms endeparti av et ringromshus 68 er anbrakt løsbart, og fortrinnsvis trykktettende, omkring nevnte omkretsparti 66, mens ringromshuset 68 sitt nedstrøms endeparti omslutter røret 16. I dette utførelseseksempel er ringromshuset 68 sitt nedstrøms endeparti forsynt med en innvendig pakningsring 70. Mellom røret 16 og ringromshuset 68 fremstår derved et andre ringrom 72. Reservoarfluider strømmer gjennom dyseinnsatsene 62 og inn i det andre ringrom 72. Deretter strømmer de gjennom flere aksiale slisseåpninger 74 i røret 16 og videre gjennom basisrøret 16 sitt innvendige løp 46. Også i dette utførelseseksempel utsettes reservoarfluidene for et energitap og et tilhørende trykktap på nedstrøms side av dyseinnsatsene 62. For øvrig kan ringromshuset 68 løses og midlertidig fjernes fra omkretspartiet 66 ved hjelp av en gjengeforbindelse 76. Derved skapes adkomstveier frem til innsatsboringene 60, slik at man kan sette inn eller ta ut dyseinnsatser 62 og/eller tetningsplugginnsatser.

P a t e n t k r a v

1. Strømningsstyreanordning (10, 12) for en brønn som penet-
rerer minst ett underjordisk reservoar, og som er forsynt
med et produksjonsrør omfattende et innstrømningsparti
5 hvorigjennom fluider fra det minst ene reservoar utvin-
nes, hvor produksjonsrøret i én eller flere posisjoner
langs innstrømningspartiet er tilordnet en strømningssty-
reanordning (10, 12) som omfatter en strømningskanal
hvorigjennom reservoarfluider kan strømme, og hvor strøm-
ningskanalen består av et ringformet hulrom (38, 52, 64,
10 72) tildannet mellom et utvendig hus (40, 54, 68) og et
basisrør (16) og et innløp (26, 36) i den ene ende av
hulrommet (38, 52, 64, 72), idet huset (40, 54, 68) er
innrettet som en ugjennomstrømbar vegg, mens basisrøret
15 (16) utgjør en hovedbestanddel av en rørlengde (14) av
produksjonsrøret, og hvor strømningskanalen i sin ned-
strøms ende omfatter minst én gjennomgående veggåpning i
basisrøret (16), idet strømningskanalen derved forbinder
basisrøret (16) sitt innvendige løp (46) med det minst
20 ene reservoar, og hvor det i nevnte strømningskanal er
anordnet minst én gjennomgående kanalåpning (42, 60) som
er forsynt med en strømningsrestriksjon, k a r a k -
t e r i s e r t v e d at hver kanalåpning (42, 60) er
forsynt med en strømningsrestriksjon valgt fra følgende
25 typer strømningsrestriksjoner:
- en dyse;
- en blende i form av en slisse eller et hull; eller
- en tetningsplugg.
2. Strømningsstyreanordning (10, 12) ifølge krav 1, k a -
30 r a k t e r i s e r t v e d at strømningskanalen i sin
oppstrøms ende er tilkoblet minst én gjennomgående åpen

sandskjerm (20) som forbinder strømningskanalen med det minst ene reservoar.

3. Strømningsstyreanordning (10, 12) ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte strømningsrestriksjon er anbrakt i en gjennomgående kanalåpning (60) i et ringformet krageparti (56) av det utvendige hus (54, 68), og at kragepartiet (56) rager inn i hulrommet (52, 64, 72) mellom huset (54, 68) og basisrøret (16).
5
4. Strømningsstyreanordning (10, 12) ifølge krav 1, 2 eller 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at den minst ene strømningsrestriksjon er utformet som en løsbar og utskiftbar innsats (44, 62).
10
5. Strømningsstyreanordning (10, 12) ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at en strømningskanal som er forsynt med mer enn én kanalåpning (42, 60), er forsynt med innsatser (44, 62) som er innrettet med forskjellige typer strømningsrestriksjoner av nevnte typer.
15
6. Strømningsstyreanordning (10, 12) ifølge krav 4 eller 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at anordningen (10, 12), når denne omfatter flere løsbare og utskiftbare innsatser (44, 62), er forsynt med innsatser (44, 62) av ens utvendig størrelse og form.
20
7. Strømningsstyreanordning (10, 12) ifølge krav 4, 5 eller 6, k a r a k t e r i s e r t v e d at den minst ene innsats (44, 62) er utvendig sirkulær.
25

8. Strømningsstyreanordning (10, 12) ifølge ett av kravene 1-3, k a r a k t e r i s e r t v e d at anordningen (10, 12), når denne omfatter flere kanalåpninger (42, 60), er utformet med kanalåpninger (42, 60) av ens størrelse og form.
9. Strømningsstyreanordning (10, 12) ifølge ett eller flere av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at hver gjennomgående kanalåpning (42, 60) er en innsatsboring.
10. Strømningsstyreanordning (10, 12) ifølge krav 1, 2 eller 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at det samlede strømningsstverrsnitt i en anordning (10, 12) som er forsynt med flere strømningsrestriksjoner, er likt eller ulikt fordelt på strømningsrestriksjonene.
11. Strømningsstyreanordning (10, 12) ifølge krav 1 og 9, k a r a k t e r i s e r t v e d at det utvendige hus (40) er innrettet med minst én gjennomgående adkomstsboring (48) som er anbrakt umiddelbart utenforliggende en korresponderende innsatsboring (42) i basisrøret (16) sin vegg.
12. Strømningsstyreanordning (10, 12) ifølge krav 11, k a r a k t e r i s e r t v e d at det utvendige hus (40) er omsluttet av en løsbar dekkhylse (50) som tildekker den minst ene adkomstsboring, hvorved den minst ene innsatsboring (42) kan avdekkes for adkomst til denne.
13. Strømningsstyreanordning (10, 12) ifølge krav 3 og 9, k a r a k t e r i s e r t v e d at det utvendige hus (54) omfatter et ringromshus (68) som løsbart omslutter krage-

partiet (56), hvorved ringromshuset (68) kan fjernes fra kragepartiet (56) for adkomst til den minst ene innsatsboring (60) i kragepartiet (56).

1/6

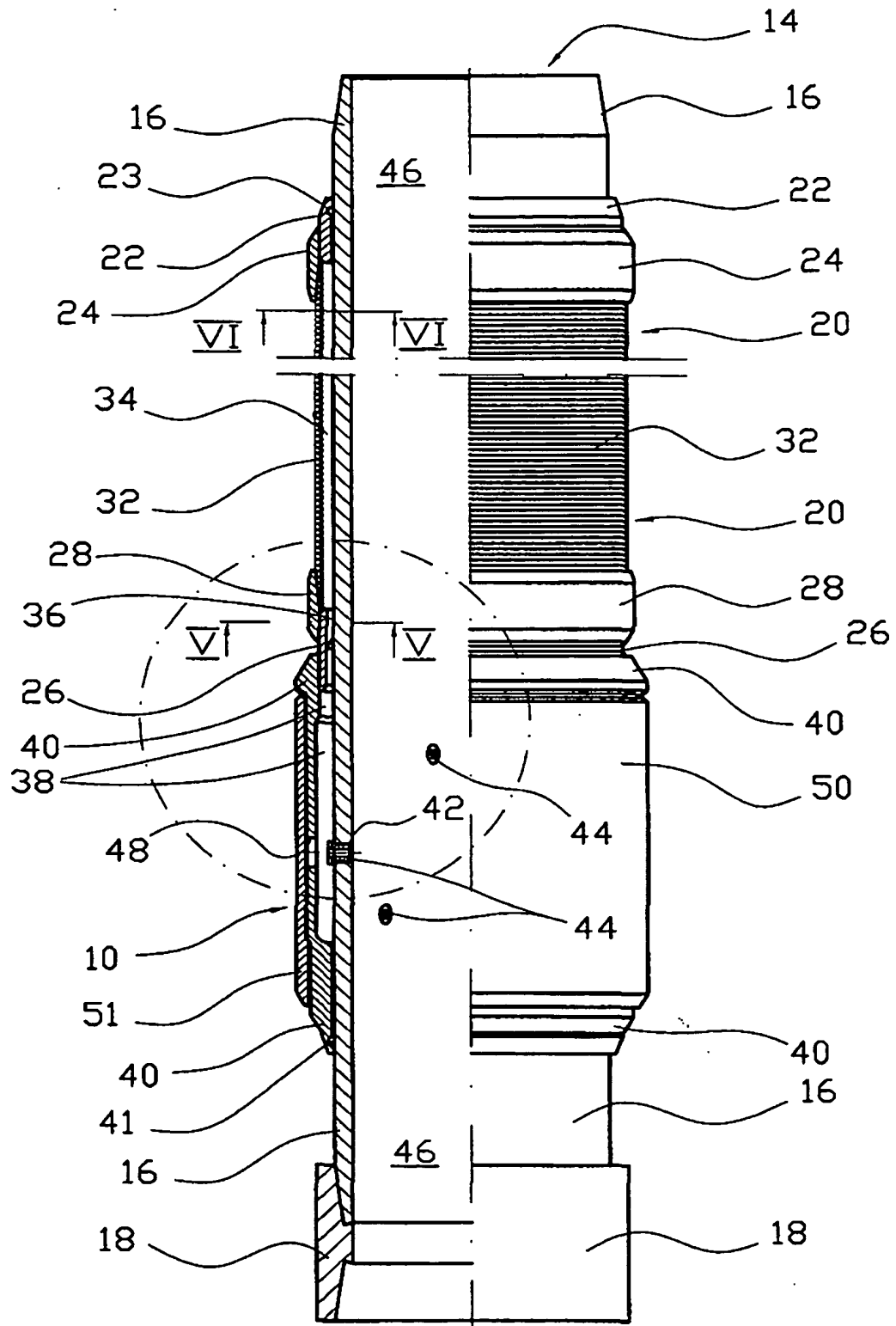


Fig. 1

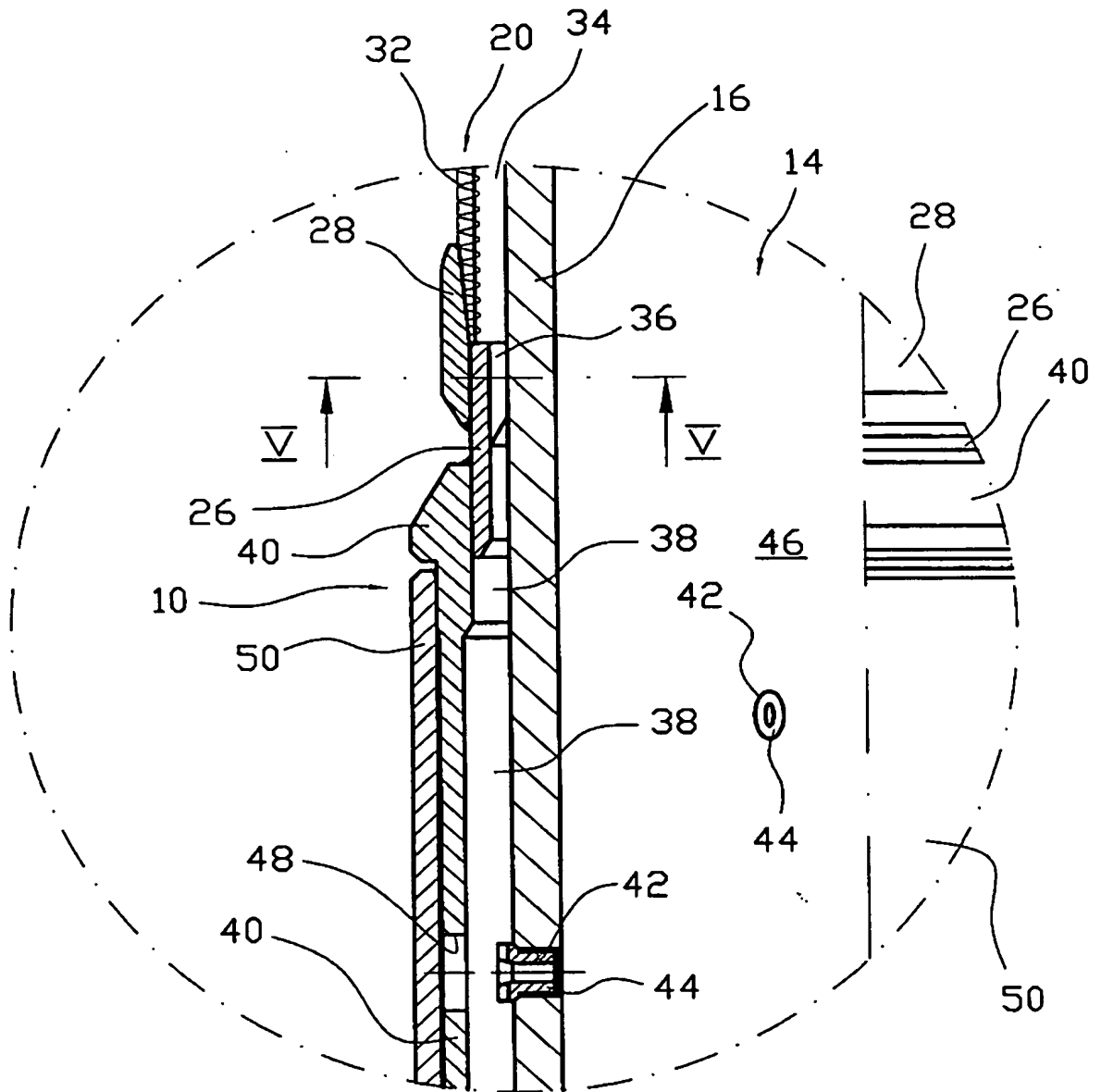


Fig. 2

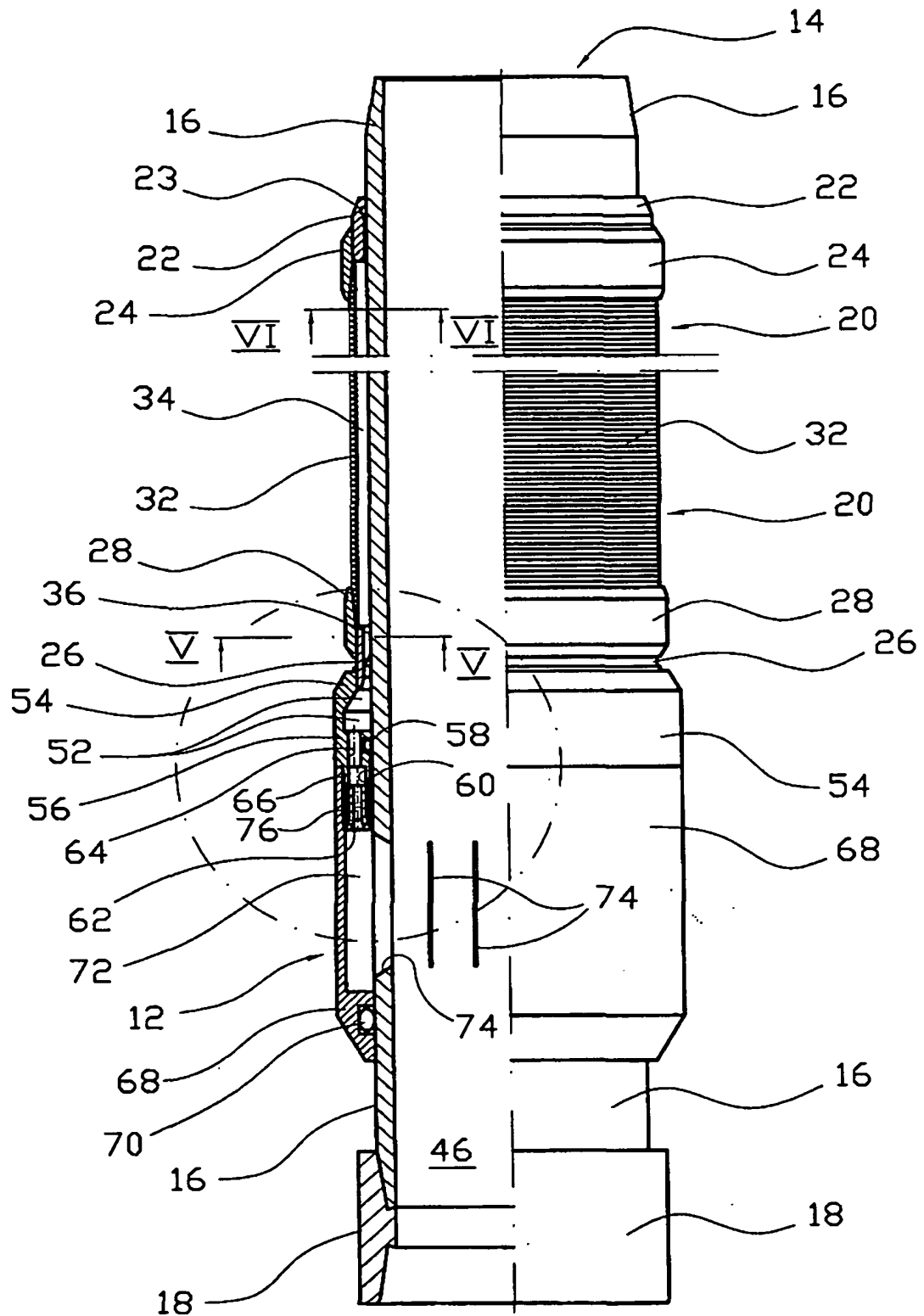


Fig. 3

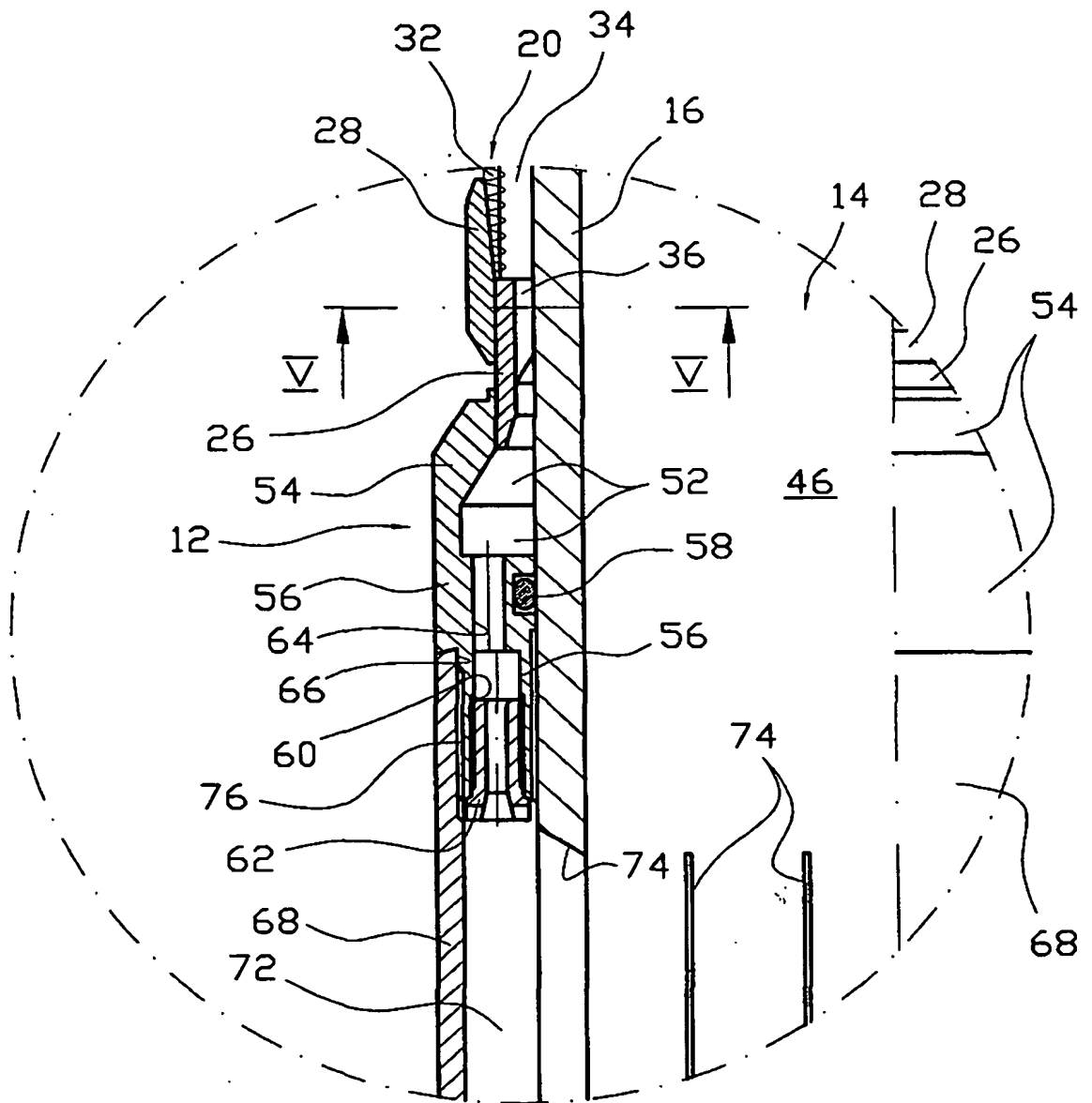


Fig. 4

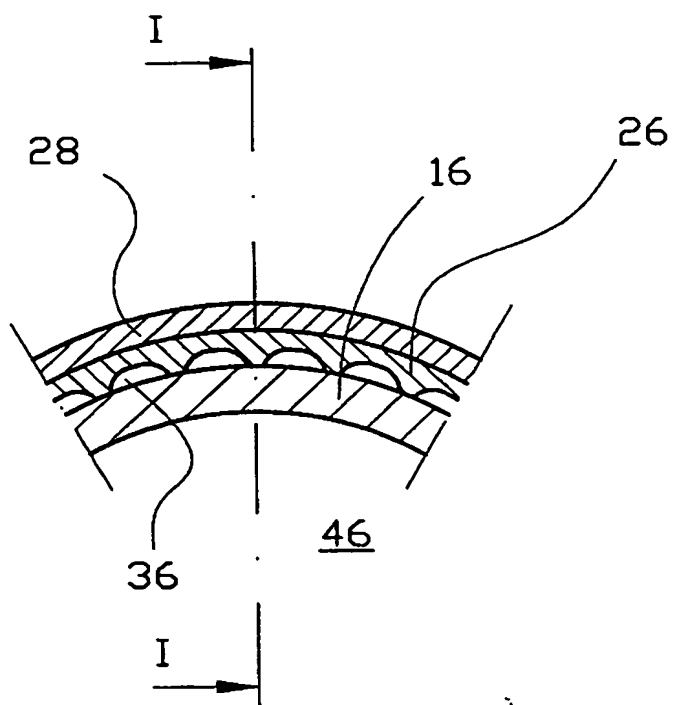


Fig. 5

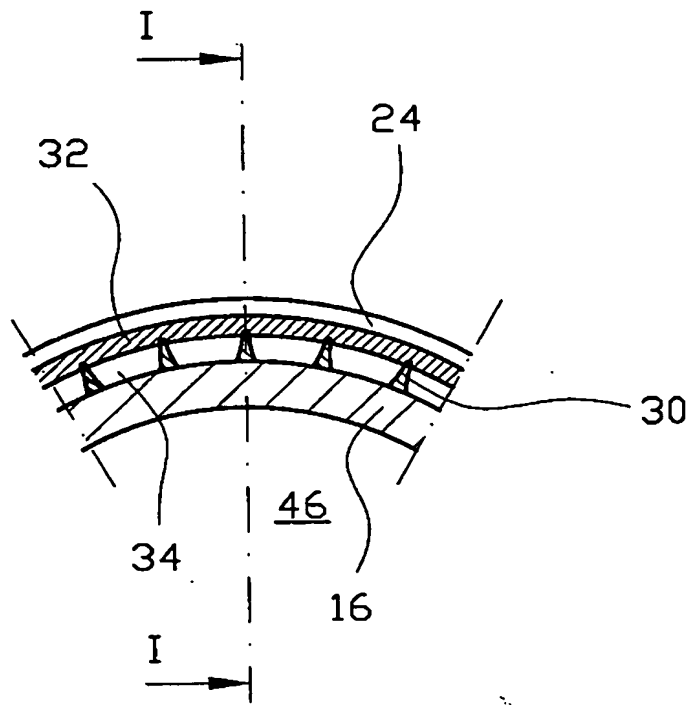


Fig. 6